

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



EJW

REC'D 05 NOV 1999

EPO PCT

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Bescheinigung

EP 99/6564

Die Mannesmann VDO AG in Frankfurt am Main/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Vorrichtung und Verfahren zum Spritzprägen"

am 16. September 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol B 29 C 45/56 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 8. Oktober 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Brand

Aktenzeichen: 198 42 385.3



A 9161
06.90
11/98
U.S. Patent and

BEST AVAILABLE COPY

M 16.10.99

Mannesmann VDO AG

Kruppstraße 105
60388 Frankfurt
VF42RS/BA-se
4010

Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zum Spritzprägen

Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Spritzprägen mit einem Formwerkzeug und einem das Formwerkzeug bewegenden Antrieb. Mit der Vorrichtung und dem Verfahren werden Formteile, insbesondere Kunststoff-Formteile hergestellt.

Es ist bekannt, Formteile mittels Spritzprägen herzustellen, in dem eine Formmasse in ein Formwerkzeug eingespritzt und unter Druck ausgeformt wird. Das Formwerkzeug besteht in der Regel aus zwei zueinander verfahrbaren Platten, wobei in jeder Platte eine Negativform des herzustellenden Formteils angeordnet ist. Beim Schließen des Formwerkzeugs fährt eine Platte bis zum Erreichen eines Öffnungs- oder Ausgangsspalts auf die andere Platte zu. In dieser Stellung schließen die Platten einen Hohlraum ein. In diesen Hohlraum wird entweder über einen herkömmlichen Kaltkanal oder über eine in einer Platte angeordnete Heißkanaldüse eine genau dosierte Menge einer Formmasse eingespritzt. Anschließend wird die Formmasse mit Druck beaufschlagt. Dazu werden die Platten bis zum Erreichen eines Prägespalts zueinander bewegt. In dieser Stellung der Platten entspricht der von ihnen eingeschlossene Hohlraum dem späteren Formteil. Für das Erzielen einer hohen Abbildungsgenauigkeit des erzeugten Formteils von der Negativform ist die exakte Einhaltung des Prägespalts eine grundlegende Voraussetzung.

Das Bewegen der Platten wird aufgrund der hohen Werkzeuginnendrücke von über 2000 bar hydraulisch mittels Kolben oder Kniehebel durchgeführt. Für die Positionierung der Platten zueinander auf das Maß des Prägespalts wird ein

BEST AVAILABLE COPY

Anschlag benutzt. Der Nachteil dieser Vorrichtungen besteht darin, daß der Anschlag verschmutzt und Verschleiß unterliegt. Dadurch lassen sich die Platten nicht mehr auf das exakte Maß des Prägespalts zueinander positionieren. Diese geringen Abweichungen vom Prägespalt führen zu schlechteren Abbildungsgenauigkeiten und Maßhaltigkeiten. So sind Abweichungen von einigen hundertstel Millimetern üblich. In vielen Fällen würde eine bessere Abbildungsgenauigkeit, insbesondere bei Kunststoff-Formteilen zu einer Verbesserung der Produkte führen, in denen diese Kunststoff-Formteile eingesetzt werden.

Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß die Formmasse im heißen Zustand eingespritzt wird und anschließend im Formwerkzeug abkühlt. Durch die Abkühlung kommt es zu Volumenschwindungen des Formteils, die ebenfalls zu verschlechterten Abbildungsgenauigkeiten führen. Da beide Platten des Formwerkzeugs über den Anschlag zueinander positioniert sind, besteht keine Möglichkeit zu diesem Zeitpunkt in den Formgebungsprozeß eingreifen zu können.

Der Anschlag für die Positionierung der Platten ist in der Regel nicht in der Nähe des mit Formmasse zu füllenden Hohlraums angeordnet. Dadurch tragen Form und Lagetoleranzen des Formwerkzeuges ebenfalls zu einer Verschlechterung der Abbildungsgenauigkeit bei. Schließlich sind bei Änderungen oder nach Wartungs- und Reparaturarbeiten umfangreiche Neueinstellungen und Justierungen notwendig.

Für die Bewegung der Platten ist weiterhin ein Hydrauliksystem mit einer oder mehreren Pumpen, Leitungen, Druckspeichern und einer Vielzahl von Ventilen mit der zugehörigen Steuerung erforderlich. Zusätzlich werden zur Unterstützung Druckübersetzer eingesetzt. Muß der Druck aufgrund der Geometrie sehr schnell aufgebracht werden, ist der Aufwand besonders hoch, da oft größere Ölmengen umzusetzen und die schnelle Steuerung der Ventile sehr aufwendig sind. Hinzukommt, daß jede Hydraulikanlage mit einer gewissen Leckage verbunden ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Spritzprägen zu schaffen, die die Nachteile des Standes der Technik überwinden. Mit dem Verfahren und der Vorrichtung soll eine hohe Abbildegrenauigkeit und Reproduzierbarkeit der herzustellenden Formteile gewährleistet werden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 11 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Ansprüchen 2 bis 10 und 12 bis 16 beschrieben.

Das Problem wird mit einer Vorrichtung zum Spritzprägen gelöst, die ein aus mehreren Platten bestehendes Formwerkzeug hat, welches mindestens eine Platte besitzt, an der ein Gewindeschraubtrieb angeordnet ist. Dem Gewindeschraubtrieb ist über ein Getriebe ein Motor zugeordnet, der mit einer Steuerung in Verbindung steht.

Mit dem Verfahren zum Spritzprägen werden die zu bewegenden Platten des Formwerkzeugs derart gesteuert bewegt, daß sie kontinuierlich oder diskontinuierlich zueinander positionierbar sind.

Durch den gesteuerten Antrieb des Gewindeschraubtriebes lassen sich die Platten des Formwerkzeugs während des Spritzprägens in jedem Verfahrensschritt exakt zueinander positionieren. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, jederzeit in den Formgebungsprozeß eingreifen zu können.

Der große Vorteil besteht darin, daß die erfundungsgemäße Vorrichtung keinen Anschlag zur Einstellung des Prägespalts benötigt, da die Positionierung der Platten des Formwerkzeugs auf den Prägespalt über die Steuerung des Gewindeschraubtriebes eingestellt wird. Aufgrund der sehr exakten Positionierbar-

keit mittels Gewindeschraubtrieben wird die Abbildegrenauigkeit nunmehr hauptsächlich von den in den Platten eingearbeiteten Negativformen bestimmt. Dadurch ist es möglich, Abbildegrenauigkeiten von einigen tausendstel Millimetern zu erreichen. Ein weiterer Vorteil der Positionierung der Platten mittels Gewindeschraubentrieb ist darin begründet, daß diese Systeme keinen Verschmutzungen ausgesetzt sind, wie es mechanische Anschläge sind. Damit

wird eine sehr hohe Reproduzierbarkeit über sehr lange Zeiträume erreicht. Gleichzeitig entfallen bisher notwendige Nachjustierungen.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß die Platten des Formwerkzeugs nicht mehr ausschließlich zwischen Endstellungen verfahren werden, sondern daß sich nunmehr das Spritzprägen frei gestalten läßt. Ermöglicht wird das durch die beliebige Bewegung der Platten mit hoher Genauigkeit, wobei die Positionierung der Platten in Schritten bis zu $< 1 \mu\text{m}$ und mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten durchführbar ist. Mit dem Verfahren sind Prozeßabläufe beim Spritzprägen möglich, die bisher nicht durchführbar waren. Dadurch ist der Prozeß optimal an den Werkstoff und die Geometrie des herzustellenden Formteils anpaßbar.

Die Bewegung der Platten des Formwerkzeugs können dabei nach einem fest vorgegebenen Programm ablaufen oder in Abhängigkeit von Prozeßparametern geregelt werden, wobei die Prozeßparameter als Regelgrößen in die Steuerung eingehen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird der Vorschub für die Bewegung der Platten druckabhängig geregelt. Dadurch ist es möglich, durch Schwindung hervorgerufene Abbildeungenauigkeiten zu vermeiden, da mit diesem Verfahren die Formmasse bis zum Aushärten mit einem definierten Druck beaufschlagt werden kann. Dazu wird der Werkzeuginnendruck gemessen und mit einem Sollwert verglichen. Sinkt der Werkzeuginnendruck unter den Sollwert, wird über den gesteuerten Antrieb die Platte um einen definierten Weg in Richtung der anderen Platte bewegt, wodurch der Werkzeuginnendruck wieder ansteigt. Die definierten Wege können dabei Schritte von Bruchteilen eines Millimeters bis zu Schritten $< 1 \mu\text{m}$ sein. Danach wird erneut der Werkzeuginnendruck gemessen und mit dem Sollwert verglichen. Durch entsprechende Wiederholungen dieses Ablaufs wird bis zum Aushärten des Formteils ein hoher Werkzeuginnendruck gewährleistet.

Da mit steigendem Werkzeuginnendruck auch die Stromaufnahme des Motors zum Antreiben des Gewindeschraubtriebs ansteigt, wird in einer besonders günstigen Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens diese Stromaufnahme als Regelgröße genutzt. Die Verwendung der Stromaufnahme als Prozeßparameter hat zudem den Vorteil, daß sie einfach erfaßbar und als elektrische Größe der Steuerung besonders gut zugänglich ist.

Ein weiterer als Regelgröße für die Steuerung dienender Prozeßparameter ist in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung die Kraft des Gewindeschraubtriebs. Dieser Prozeßparameter ist ebenfalls zum Werkzeuginnendruck proportional und läßt sich mit verhältnismäßig geringem Aufwand ermitteln.

Das Positionieren der Platten für den eigentlichen Prägevorgang kann sowohl nach dem Einspritzen der Formmasse in das Formwerkzeug als auch während des Einspritzens der Formmasse beginnen. Im letzteren Fall ist es vorteilhaft, die Positionierung erst zum Ende des Einspritzvorgangs zu beginnen.

Weiterhin sind Änderung in der Steuerung problemlos möglich. Durch die Verbindung des Gewindeschraubtriebs mit der Steuerung lassen sich verschiedene Einflußfaktoren bei der Positionierung berücksichtigen, so daß Nachjustierungen entfallen und Wartungsintervalle verlängert werden können. Dadurch besitzt die erfindungsgemäße Vorrichtung eine hohe Produktivität. Einstellung und Justage nach Reparatur- und Wartungsarbeiten lassen sich mit der Steuerung in kürzester Zeit auf einfache Weise vornehmen.

Je nach Ausgestaltung ist die zu bewegende Platte entweder mit der Spindelmutter oder der Gewindespindel des Gewindeschraubtriebs verbunden. Im ersten Fall wird die Gewindespindel angetrieben und über die translatorische Bewegung der Spindelmutter werden die Platten zueinander positioniert. Im anderen Fall wird die ortsfest angeordnete Spindelmutter angetrieben und die Positionierung der Platte erfolgt durch die translatorische Verschiebung der Gewindespindel.

In vorteilhafter Ausgestaltung ist eine Platte des Formwerkzeugs mit einem Gewindeschraubtrieb verbunden. Es ist jedoch auch möglich, zwei Platten mit je einem Gewindeschraubtrieb zu verbinden. So kann zum einen mit einem Gewindeschraubtrieb das Formwerkzeug geöffnet und geschlossen werden, während mittels des anderen Gewindeschraubtriebs geprägt wird. Zum anderen kann das Prägen auch mit beiden Gewindeschraubtrieben erfolgen, indem beide Platten als Prägestempel ausgebildet sind.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Gewindeschraubtrieb statt mit einer Platte mit einem Prägestempel verbunden. In dieser Ausführung wird der Prägedruck nicht durch die Platte, sondern mit dem Prägestempel aufgebracht. Der Prägestempel kann dabei auch ein oder mehrere Kerne sein, die zum Erzeugen bestimmter Geometrien im Formwerkzeug angeordnet sind.

In einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung sind in den Platten auswechselbare Formeinsätze angeordnet, die die Negativform des herzustellenden Formteils besitzen. In dieser Ausgestaltung kann der Gewindeschraubtrieb sowohl mit dem Formeinsatz, als auch mit der Platte verbunden sein.

In Abhängigkeit von den Dimensionen der herzustellenden Formteile ist es vorteilhaft, eine Platte mit mehreren Gewindeschraubrieben zu verbinden. Dadurch lassen sich auch bei großen Formteilen hohe Abbildegrenauigkeiten erreichen.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung besteht darin, zum Erreichen der notwendigen hohen axialen Kräfte für das Spritzprägen zwischen dem Motor und dem Gewindeschraubtrieb ein Getriebe, vorzugsweise ein Planetengetriebe anzuordnen.

Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsformen zu. Zur Verdeutlichung des Grundprinzips wird eine davon nachfolgend beschrieben. Die zugehörige Figur

zeigt ein Formwerkzeug mit einem Gewindeschraubtrieb, mit ortsfest angeordneter Spindelmutter.

Die Vorrichtung zum Spritzprägen umfaßt ein Formwerkzeug 1, das zwei Platten 2, 2' besitzt. An den sich gegenüberliegenden Stirnseiten 3, 3' ist in der Platte 2 eine Negativform 4 des herzustellenden Formteils eingearbeitet. In der Platte 2' ist ein Formeinsatz 5 angeordnet, in dem auf seiner der Platte 2 zugewandten Seite eine zweite Negativform 4' eingearbeitet ist. Auf seiner gegenüberliegenden Seite ist der Formeinsatz 5 mit einer Gewindespindel 6 eines Gewindeschraubtriebs 7 verbunden. Die Gewindespindel 6 ist mittels Wälzführungen 8 in den Platten 2' und 9 frei beweglich gelagert. Eine die Gewindespindel 6 antreibende Spindelmutter 10 ist drehbar in einer weiteren Platte 11 des Formwerkzeuges 1 angeordnet. Die Spindelmutter 10 wird über ein Planetengetriebe 12 von einem Elektromotor 13 angetrieben, dessen Drehzahl und Drehrichtung von einer Steuerung 14 vorgegeben wird. Für die Herstellung eines Formteils fährt die Platte 2 an die Platte 2', so daß das Formwerkzeug 1 geschlossen ist, dabei taucht der Formeinsatz 4 in die Negativform der Platte 2 rein. Diese Stellung des Formeinsatzes 4 entspricht dem Öffnungsspalt. Über eine in der Platte 2 angeordnete Heißkanaldüse 15 wird nun eine genau definierte Menge an Formmasse in den von der Negativform 3 und dem Formeinsatz 4 gebildeten Hohlraum 16 eingespritzt. Damit die Formmasse in Folge von Wärmeleitung nicht zu stark abkühlt, sind in den Platten 2, 2' Heizelemente 17 zur Temperierung der Platten 2, 2' angeordnet. Nach dem Einspritzen wird der Anguß 18 in der Heißkanaldüse 15 mit einer Angußnadel 19 verschlossen. Danach wird über die Spindelmutter 10 die Gewindespindel 6 soweit nach rechts bewegt, bis der Formeinsatz 4 in einem definierten Abstand - dem Prägespalt - zur Negativform 3 der Platte 2 positioniert ist. Mit dieser Volumenverringerung des Hohlraumes 16 wird die eingespritzte Formmasse mit Druck beaufschlagt, so daß die Formmasse den Hohlraum 16 vollständig ausfüllt. Die Positionierung der Platte erfolgt dabei nicht gleichförmig, sondern wird über durch die Steuerung 14 geregelt. Als Regelgröße wird die Stromaufnahme des Elektromotors 13 benutzt. Dazu wird die Stromaufnahme gemessen. Mit steigendem Werk-

zeuginnendruck steigt die Stromaufnahme des Elektromotors 13. Ist der gemessene Wert kleiner als der vorgegebene Wert, wird die Platte 2 um $1\mu\text{m}$ in Richtung der Platte 2' verfahren. Danach wird wieder die Stromaufnahme gemessen und mit dem Sollwert verglichen. Solange der gemessene Wert unter dem Sollwert liegt, wird die Platte 2 schrittweise verfahren. Ist der gemessene Wert größer als der Sollwert, wird der Elektromotor 13 angehalten. Nach einer bestimmten Zeit wird die Platte 2 wieder in Richtung der Platte 2' verfahren und dabei erneut die Stromaufnahme gemessen. Diese Schritte werden solange wiederholt, bis sich die Formmasse verfestigt hat. Nachdem Verfestigen der Formmasse wird das Formwerkzeug 1 an seiner Werkzeugteilebene zwischen dem Platten 2, 2' geöffnet und das fertige Formteil wird über Auswerfer 20 ausgeworfen.

Mannesmann VDO AG

Kruppstraße 105

60388 Frankfurt
VF42RS/BA -se
4010

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Spritzprägen von Formteilen, insbesondere von Kunststoff-Formteilen, bestehend aus einem Formwerkzeug mit mindestens zwei Platten, deren gegenüberliegende Stirnseiten als Werkzeugteilebene zum Öffnen und Schließen des Formwerkzeugs die Negativform des zu erzeugenden Formteils aufweisen, Mitteln zum Einbringen der Formmasse und Mitteln zum Bewegen mindestens einer Platte, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Platte (2, 2') mit einem Gewindeschraubtrieb (7) verbunden ist, daß der Gewindeschraubtrieb über ein Getriebe (12) von einem gesteuerten Antrieb (13,14) derart angetrieben wird, daß die Platte (2, 2') positionierbar ist.
2. Vorrichtung zum Spritzprägen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Platte (2, 2') mit mehreren Gewindeschraubtrieben (7) verbunden ist.
3. Vorrichtung zum Spritzprägen nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere Platten (2, 2') mit Gewindeschraubtrieben (7) verbunden sind.
4. ~~Vorrichtung zum Spritzprägen nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spindelmutter (10) des Gewindeschraubtriebs (7) mit der Platte (2, 2') verbunden ist.~~
5. Vorrichtung zum Spritzprägen nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gewindespindel (6) des Gewindeschraubtriebs (7) mit der Platte (2, 2') verbunden ist.

6. Vorrichtung zum Spritzprägen nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Platten (2, 2') Formeinsätze (4), die die Negativform des zu erzeugenden Formteils besitzen, angeordnet sind und daß mindestens ein Gewindeschraubtrieb (7) mit mindestens einem Formeinsatz (4) verbunden ist.
7. Vorrichtung zum Spritzprägen nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Gewindeschraubtrieb (7) mit in der Platte (2, 2') angeordneten Kernen oder Stempeln verbunden ist.
8. Vorrichtung zum Spritzprägen nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Platten (2, 2') Heizelemente (17) besitzen.
9. Vorrichtung zum Spritzprägen nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Getriebe ein Planetengetriebe (12) ist.
10. Vorrichtung zum Spritzprägen nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Gewindeschraubtrieb (7) mindestens ein Auswerfer (20) angeordnet ist.
11. Verfahren zum Spritzprägen mit einem Formwerkzeug bei dem mindestens eine der die Negativform des herzustellenden Formteils aufweisenden Platten zum Öffnen und Schließen des Formwerkzeugs und zum Prägen der in diese Platten eingespritzten Formmasse bewegt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bewegung mindestens eine Platte nach einem vorgegebenen Programm oder in Abhängigkeit von mindestens einem Prozeßparameter geregelt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Positionierung der Platte in Abhängigkeit des im Formwerkzeug vorhandenen Drucks geregelt wird.

11 M 16.10.99

13. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Positionierung der Platte in Abhängigkeit der Stromaufnahme des den Gewindestraubtrieb antreibenden Motors geregelt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Positionierung der Platte in Abhängigkeit von der Kraft des Gewindeschraubtriebs geregelt wird.

15. ~~Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet~~, daß die Platte schrittweise positioniert wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Platte in Schritten bis zu $< 1\mu\text{m}$ positioniert wird.

Mannesmann VDO AG

Kruppstraße 105
60388 Frankfurt
VF42RS/BA -se
4010

Zusammenfassung

Vorrichtung und Verfahren zum Spritzprägen

Bei bekannten Vorrichtungen zum Spritzprägen wird der Prägedruck mittels eines hydraulisch angetriebenen Stempels aufgebracht, der gegen eine Anschlag verfahren wird. Durch Verschleiß und Verschmutzung des Anschlags kommt es zu Abbildegenuigkeiten des herzustellenden Formteils vom Formwerkzeug. Mit der Vorrichtung und dem Verfahren soll eine hohe Abbildegenuigkeit der herzustellenden Formteile gewährleistet werden.

Die Vorrichtung umfaßt ein Formwerkzeug mit die Negativform des herzustellenden Formteils aufweisenden Platten (2, 2'), die zur Positionierung zueinander mit einem Gewindeschraubtrieb (7) verbunden sind, der über ein Getriebe (12) von einem gesteuerten Antrieb (13, 14) angetrieben wird. Die Positionierung erfolgt dabei nach einem vorgegebenen Programm oder in Abhängigkeit von mindestens einem Prozeßparameter.

Die Vorrichtung und das Verfahren ermöglichen die Herstellung von Formteilen, insbesondere von Kunststoff-Formteilen mit hoher Abbildegenuigkeit.

Fig. 1

BEST AVAILABLE COPY

M 18-10-93

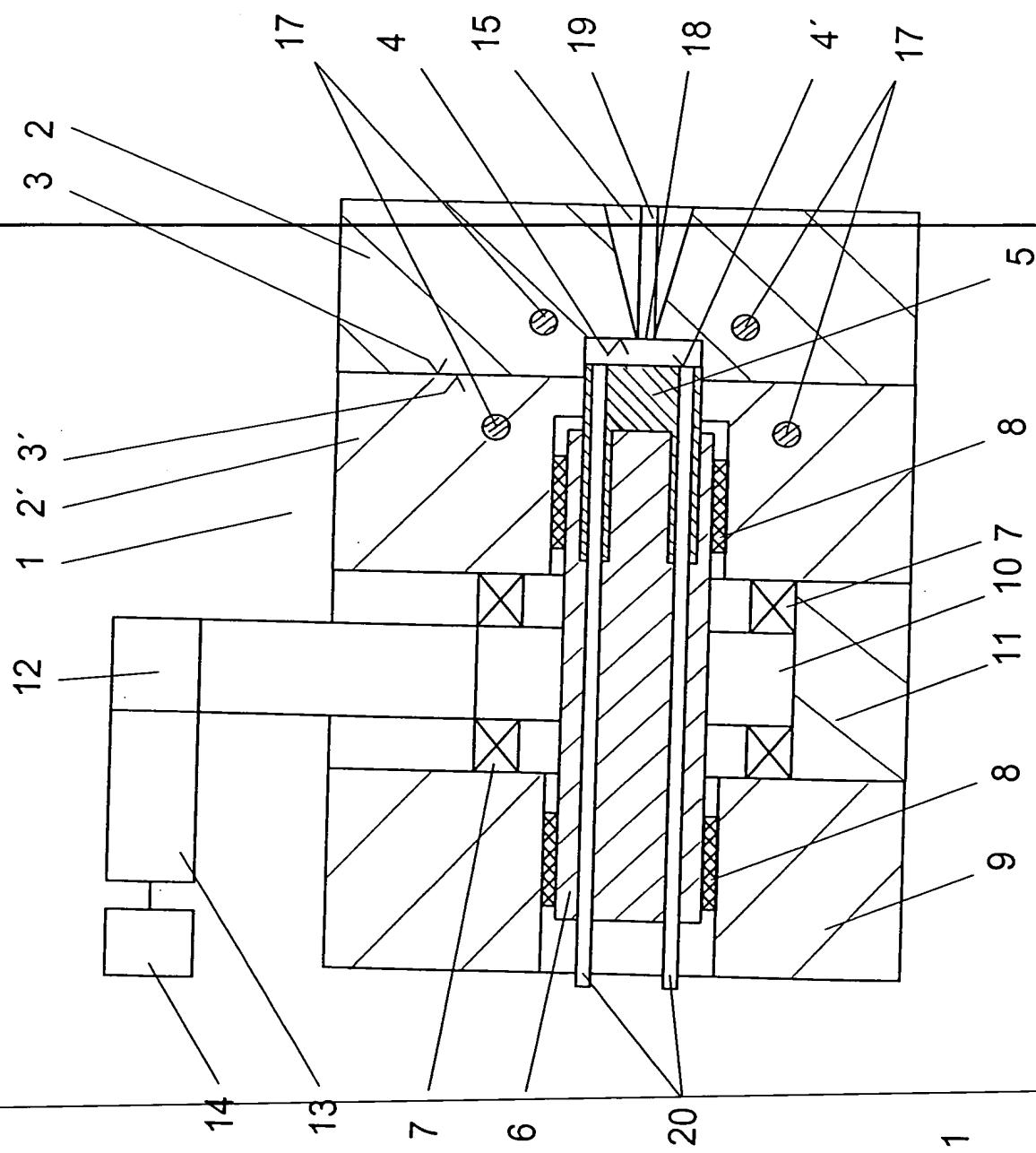


Fig. 1

BEST AVAILABLE COPY